

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-187901

(43)Date of publication of application : 08.07.1994

(51)Int.Cl.

H01J 1/46

H01J 9/14

H01J 37/12

(21)Application number : 04-337408

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 17.12.1992

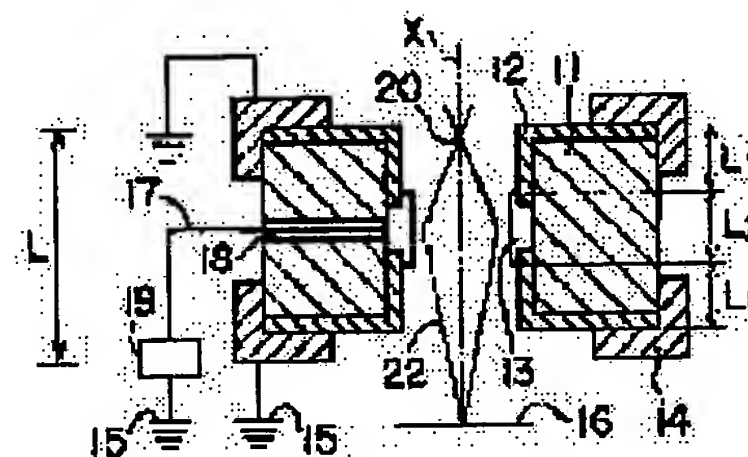
(72)Inventor : NAGAI TAKAMITSU  
YAMAZAKI YUICHIRO  
MIYOSHI MOTOSUKE

## (54) ELECTROSTATIC LENS AND MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the dimension of a lens diameter and a whole shape by producing the smooth distribution of potential on the axis of a cylinder to reduce the aberration of a lens.

CONSTITUTION: The almost central part in the axis direction of an insulating cylindrical body 11 is covered with a metal film 13 in a band form along the circumferential direction thereof, and except that, the whole region of the inner surface part and the upper and the lower surface of the insulating body 11 are covered with a high-resistance film 12. Further, a through-hole 18 is formed in the direction orthogonally crossing the axial direction of the cylindrical body 11, and the metal film 13 is electrically connected to an external power supply 19 with an electric wire 17 provided the through-hole 18. The external power supply 19 applies voltage to the metal film 13 so that it may have negative potential, and is grounded at an earth 15. Also, the insulating cylindrical body 11 is fixedly held with a metal-made holder 14 and grounded at the earth 15. Incidentally, the metal-made holder 14 is in contact with the high resistance film 12.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.09.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3090802

[Date of registration]

21.07.2000

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The electrostatic lens characterized by having covered the metal membrane by which an electrical potential difference is impressed to the predetermined location of the inside of an insulating barrel by the external power, and covering the high resistance film grounded by parts other than the metal membrane of said barrel inside.

[Claim 2] The manufacture approach of the electrostatic lens characterized by grounding said high resistance film while applying the high resistance film to the inside of an insulating barrel, applying a metal membrane to the predetermined location of said insulating barrel and connecting said metal membrane and external power electrically after that.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the electrostatic lens used for an electron microscope, or an electron and ion beam application equipment, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] The electrostatic lens has been conventionally used as electron gun lenses, such as an electron microscope, or a focusing lens of ion beam equipment.

[0003] A conventional typical cylindrical electrostatic lens and its conventional beam-of-light Fig. are shown in drawing 5.

[0004] In drawing 5, a sign 24 shows an electron gun or a crossover location, and outgoing radiation of the electron beam is carried out with a certain aperture angle from this electron gun or the crossover location 24. The 2nd central electrode 26 is connected to the power source 19 of the negative potential which forms lens electric field by the 1st electrode 25 being grounded by the ground 30, and the 3rd electrode 27 is grounded by the ground 30.

[0005] Generally the electrostatic lens of a configuration as shown in drawing 5 is called the AINTSUERU lens, and consists of electrodes 25, 26, and 27 of three sheets. Thus, two or more electrostatic lenses are created combining the electrodes 25, 26, and 27, such as cylindrical or a disk mold. If an electrical potential difference is impressed to the 2nd electrode 26 from a power source 19, an electron beam will carry out image formation to the sample base 29. Potential distribution of this electrostatic lens is shown in drawing 6. As shown in drawing 6, the peak (\*\*\*\*) of potential arises in the 2nd electrode 26, and zero potential is approached toward the 1st and 3rd electrodes 25 and 27. When connecting a focus to the same location, lens distortion becomes small, so that the form of potential distribution of drawing 6 is smooth.

[0006] Other electrostatic lenses are shown in drawing 7. Shaft top potential distribution was made unsymmetrical, aberration reduction was achieved, and the electrostatic lens shown in drawing 7 is called an unsymmetrical AINTSUERU lens. The 3rd electrode 33 is maintained [ the 2nd electrode 32 of a center ] for the 1st electrode 31 by ground potential like drawing 5 at ground potential at the negative potential which forms lens electric field. In drawing 7, each electrodes 31, 32, and 33 are held at the SETAMIKKU holders 33 and 34 for the insulation.

[0007] In the electrostatic lens shown in drawing 5 and drawing 7, image formation of the electron beam by which outgoing radiation was carried out from the electron gun or the crossover location 24 ( drawing 5 ) is carried out to the sample base 29 through an electrostatic lens.

[0008] Moreover, as shown in drawing 7, maintenance immobilization of each electrodes 31, 32, and 33 of an electrostatic lens is carried out by the ceramic holder 34 (insulating material). And each electrodes 31 and 32 and the location precision between 33 are maintained by the ceramic holder 34. In addition, also in the electrostatic lens shown in drawing 5, maintenance immobilization of each electrodes 25, 26, and 27 is carried out by the ceramic holder which is not illustrated.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, in the electrostatic lens shown

in drawing 5 and drawing 7, maintenance immobilization of the electrode of two or more sheets (for example, three sheets) is carried out by the ceramic holder. However, when carrying out maintenance immobilization of the electrode of two or more sheets with a ceramic holder, the activity which arranges each electrode with a sufficient precision to the medial axis of an electron beam is complicated, and is not easy an assembly.

[0010] Moreover, in the case of the electrostatic lens shown in drawing 7, each electrode is made into the complicated configuration for the purpose of the electrification prevention and lens distortion reduction in a ceramic holder. However, if the configuration of each electrode is made to complicate for the electrification prevention in a ceramic holder, the configuration of a ceramic holder is also complicated according to this, manufacture will not be easy and a whole configuration will be enlarged.

[0011] While this invention is made in consideration of such a point and can raise lens precision, it aims at offering the electrostatic lens which can perform processing and an assembly easily, and its manufacture approach.

[0012]

[Means for Solving the Problem] This invention covers the metal membrane by which an electrical potential difference is impressed to the predetermined location of the inside of an insulating barrel by the external power. The electrostatic lens characterized by covering the grounded high resistance film into parts other than the metal membrane of said barrel inside, And while applying the high resistance film to the inside of an insulating barrel, applying a metal membrane to the predetermined location of said insulating barrel and connecting said metal membrane and external power electrically after that, it is the manufacture approach of the electrostatic lens characterized by grounding said high resistance film.

[0013]

[Function] By making potential impress to a metal membrane from an external power, potential distribution can arise on a metal membrane and the high resistance film, and smooth potential distribution can be produced on the medial axis of an insulating barrel by this.

[0014]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a drawing.

Drawing 1 and drawing 2 are drawings showing one example of this invention.

[0015] The electrostatic lens is equipped with the cylinder-like insulation barrel 11 made from alumimium nitride (AlN) in drawing 1. The metal membrane 13 of the product made from aluminum (aluminum) by which an electrical potential difference is impressed to the predetermined location of the inside of the insulating barrel 11, for example, the abbreviation center section of shaft orientations, is covered by band-like along with the circumferential direction. Moreover, the high resistance film 12 made from silicon carbide (SiC) is covered by the top face and inferior surface of tongue of the partial whole region other than metal membrane 13 of barrel 11 inside, and a barrel 11. The high resistance film 12 made from SiC can change resistivity easily only by controlling conductivity.

[0016] Moreover, the through tube 18 penetrated from an inside to external surface to a barrel 11 is formed in the direction which intersects perpendicularly with the shaft orientations of a barrel 11, and the metal membrane 13 is electrically connected with the external power 19 by the electric wire 17 prepared in this through tube 18. This external power 19 impresses an electrical potential difference so that a metal membrane 13 may serve as negative potential, and it is grounded by the ground 15. Moreover, fixed maintenance of the insulating barrel 11 is carried out by the metal holder 14, and this metal holder 14 is grounded by the ground 15. In addition, the metal holder 14 touches the high resistance film 12 covered by the barrel 11.

[0017] Next, each part configuration etc. is explained. As shown in drawing 1, as for the insulating barrel 11, die-length L of the shaft orientations is about 10mm, among these for the die length of the high resistance film 12, the die length of L1 and a metal membrane 13 is L2. It has become. Moreover, in the thickness of the high resistance film 12, the thickness of 500A and a metal membrane 13 is 250A. Resistance of the high resistance film 12 made from SiC is about 103-105. Although it is omega-cm, not only the thing made from SiC but the high resistance film of for example, the product made from carbon (C) may be used. In addition, resistance of the



high resistance film 12 is  $10^3$ – $10^5$ . It is  $\Omega$ -cm.

[0018] Next, the manufacture approach of such an electrostatic lens is explained.

[0019] First, the insulating barrel 11 made from aluminum nitride is prepared. In this case, the through tube 18 beforehand penetrated to an inside and external surface is formed in the barrel 11. Next, the high resistance film 12 made from silicon carbide is covered with CVD by the inside, top face, and inferior surface of tongue of a barrel 11. Then, the high resistance film 12 formed in the center section of tubed 11 inside is etched into band-like along with a circumferencial direction. Next, the metal membrane 13 made from aluminum is covered with cathode sputtering by the etching part of the high resistance film 12 of barrel 11 inside. Then, fixed maintenance of the barrel 11 is carried out by the metal holder 14, and between the metal membrane 13 of barrel 11 inside and external powers 19 is electrically connected by the electric wire 17 arranged in the through tube 18. Next, the metal holder 14 and an external power 19 are grounded. Thus, the electrostatic lens shown in drawing 1 is obtained.

[0020] Next, the operation of this example which consists of such a configuration is explained.

[0021] If a negative electrical potential difference is first impressed to a metal membrane 13 from an external power 19, a current will flow between a metal membrane 13 and the metal holder 14 through the high resistance film 12. In this case, since the high resistance film 12 has big resistance, along with the high resistance film 12, potential distribution generates it. The potential distribution on the medial axis X produced with the potential on a metal membrane 13 and the high resistance film 12 is shown in drawing 2.

[0022] As shown in drawing 2, since the high resistance film 12 has the big resistance which a potential peak (\*\*\*\*) arises in the location corresponding to a metal membrane 13, and potential decreases gradually toward the vertical direction, and approaches zero potential, change of the whole potential distribution becomes smooth as mentioned above. That is, in the case of the electrostatic lens which consists of the conventional electrode of two or more sheets, as shown in drawing 6, the potential distribution on a medial axis changes a lot with the 2nd about 26 electrode. On the other hand, in the case of this invention (drawing 2), change of potential distribution can be smoothed.

[0023] According to this example, by being able to smooth potential distribution on a medial axis, and changing configurations, such as thickness of the high resistance film 12, and attaining optimization of potential distribution, if the electrostatic lens of low aberration is obtained, it can \*\*. For this reason, the sample base 16 can be made for precision to improve [ image formation ] the electron beam 22 by which outgoing radiation is carried out from an electron gun or the crossover location 20 with a predetermined aperture angle to a medial axis X.

[0024] Moreover, since the electrostatic lens of this example is obtained by covering a metal membrane 13 and the high resistance film 12 to the insulating barrel 11, it does not need to prepare the electrode of two or more sheets (three sheets) like the conventional electrostatic lens shown in drawing 5 and drawing 7. Moreover, each electrode is \*\*\*\*ed to a holder, and while assembling with a sufficient precision inserting each other in and complicating a configuration for this reason, it is possible [ it ] in the case of the conventional electrostatic lens, a stop or that a whole configuration becomes large. however, the case of the electrostatic lens of this example — \*\*\*\*ing — a stop — or — inserting in — suiting — etc. — since it is not necessary to assemble, the diameter of a whole configuration division lens can be made small. Furthermore, since complicated processing to the insulating barrel 11 decreases, improvement in configuration precision can be aimed at. Moreover, since a current flows through the high resistance film 12, even when an electron beam 22 irradiates the high resistance film 12, the trouble of electrification in the high resistance film 12 can be avoided.

[0025] In addition, in the above-mentioned example, although the example which covered the single metal membrane 13 in the abbreviation center section of the inside of the insulating barrel 11 was shown, the die length of not only this but the insulating barrel 11 may be extended, and two or more metal membranes may be covered along with the longitudinal direction of a barrel 11. moreover, the thing for which two or more metal membranes are operated as a lens or deflecting system — the inside of a barrel 11 — two or more lens and deflecting system, such as a gun lens or an objective lens, — one — inclusion — things are also made. Thus, alignment

precision can be raised when two or more lenses and deflecting system are built into one.

[0026] Furthermore, although the example using the barrel made from AlN as an insulating barrel 11 was shown, other barrels made from machinable ceramic with it may be used. [ not only this but good and process tolerance and ] [ usable in a vacuum ]

[0027] Furthermore, a metal membrane 13 may be formed in the location shifted from the abbreviation center section of the insulating barrel 11, and the potential distribution for un-may be formed. In this case, reduction of aberration can be aimed at further.

[0028] Moreover, the insulating barrel 11 may be the thing of not only the thing of a cylinder object but a square barrel or a multiple barrel.

(Example) An example explains the relation between the die length of the shaft orientations of the high resistance film 12 and a metal membrane 13, and a spherical-aberration multiplier below. It asked for lens distortion by simulation using the common electrostatic lens shown in drawing 5, and this proposal lens (shown in drawing 8) which is equivalence structure. Moreover, the distance from an electron beam outgoing radiation point to an image formation point was fixed and compared with 36mm.

[0029] It sets for this simulation and is the die length of the shaft orientations of L1 and a metal membrane 13 about the die length of the shaft orientations of the high resistance film 12 L2. While carrying out, it is the die length L2 of a metal membrane 13. It fixes to 2mm and is the die length L1 of the shaft orientations of the high resistance film 12. It was made to change to 1 and 2 or 5mm.

[0030] It is the die length L1 of the high resistance film 12 by the ratio [ as opposed to / the same focusing distance compares, and are die-length  $L1 = 1\text{mm}$  of the high resistance film 12, and set lens distortion in die-length  $L2 = 2\text{mm}$  of a metal membrane 13 to 1, and / this ]. It asked for the lens distortion at the time of making it change. This result is shown in the following table. Table L1 / L2 0.5 1 2.5 Cso 1 0.88 0.54 Cso is a spherical-aberration multiplier by the side of an object surface, and affects the engine performance of a lens here. A lens becomes good, so that Cso is small.

[0031] As shown in an upper table, it sets on the above-mentioned conditions, and it is  $L1 / L2$ . It turns out that Cso becomes small and the lens engine performance becomes good, so that it is large.

[0032] In this invention, in order to make Cso small and to aim at improvement in the engine performance of a lens, it carried out to  $L1/L2 \geq 1$ , die-length  $L2 \geq 1$  [ i.e., ] of die-length  $L1 /$  metal membrane of the high resistance film.

[0033] Next, drawing 3 and drawing 4 explain other examples of this invention.

[0034] It is the same as that of the example which shows others to drawing 1 and drawing 2 except for the point that arrangement of the high resistance film 12 and a metal membrane 13 differs, as for this example, and abbreviation. For this reason, in drawing 3 and drawing 4, the same sign is given to the same part as drawing 1 and drawing 2, and detailed explanation is omitted.

[0035] In drawing 3 and drawing 4, the high resistance film 12 is covered throughout the inside of the insulating barrel 11. Moreover, the metal membrane 13 is covered on the high resistance film 12 by the abbreviation center section of the insulating barrel 11.

[0036] Inside the insulating barrel 11, a metal membrane 13 sets predetermined spacing to a circumferencial direction, four (leaving 90 degrees at a time) are arranged, and each metal membrane 13 is connected to the external power 19 through the electric wire 17 in the through tube 18 by which the format was carried out to the insulating barrel 11. Each external power 19 impresses negative potential to a metal membrane 13, and each external power 19 is grounded by the ground 15.

[0037] According to this example, beam actuation can be performed by impressing a saw-tooth wave electrical potential difference to the metal membrane 13 which corresponds from each external power 19. In this case, four \*\*\*\* 13 function as an electrode for a beam scan.

[0038] In addition, in the above-mentioned example, although the beam scan using four metal membranes 13 as an electrode for a beam scan is described, four metal membranes 13 can also be used as an electrode for inner \*\*\*\* lenses. Moreover, not only four metal membranes 13 but

eight metal membranes 13 may be formed in a circumferencial direction, and you may make it function as an astigmatism amendment machine, a multipole lens, or deflecting system.

[0039]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, smooth potential distribution can be produced on the medial axis of an insulating barrel. For this reason, the electrostatic lens of low aberration is obtained. Moreover, like the conventional electrostatic lens, since it is not necessary to assemble two or more electrodes mechanically with a holder, the configuration of the diameter of a lens and the whole can be made small. Moreover, the complexity of an assembly activity is avoidable.

---

[Translation done.]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-187901

(43)公開日 平成6年(1994)7月8日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 J 1/46  
9/14  
37/12

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9172-5E  
A 7354-5E

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-337408  
(22)出願日 平成4年(1992)12月17日

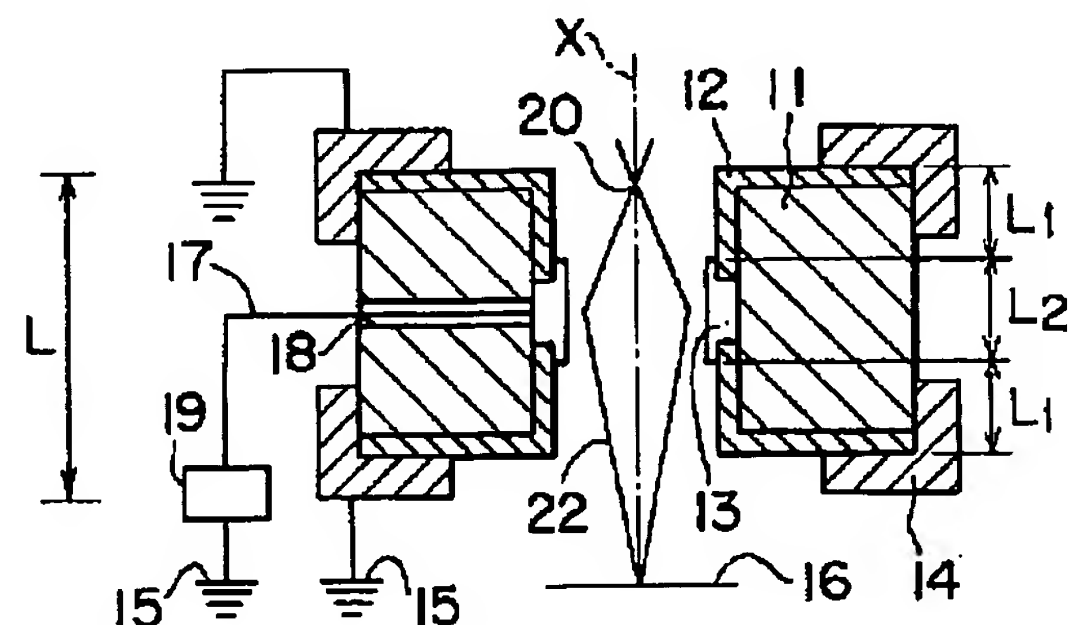
(71)出願人 000003078  
株式会社東芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地  
(72)発明者 永 井 隆 光  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝堀川町工場内  
(72)発明者 山 崎 裕一郎  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝堀川町工場内  
(72)発明者 三 好 元 介  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝堀川町工場内  
(74)代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 静電レンズおよびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 筒体の中心軸上に滑らかな電位分布を生じさせることができ、またレンズ径および全体形状の小型化を図ること。

【構成】 絶縁性筒体11の内面の所定位置に金属膜13が被覆され、金属膜13以外の分布に高抵抗膜12が被覆されている。金属膜13には外部電源19から負電位が印加され、高抵抗膜12は接地されている。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】絶縁性筒体の内面の所定位置に外部電源により電圧が印加される金属膜を被覆し、前記筒体内面の金属膜以外の部分に、接地された高抵抗膜を被覆したことを特徴とする静電レンズ。

【請求項2】絶縁性筒体の内面に高抵抗膜を塗布し、前記絶縁性筒体の所定位置に金属膜を塗布し、その後、前記金属膜と外部電源とを電氣的に接続するとともに、前記高抵抗膜を接地したことを特徴とする静電レンズの製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は電子顕微鏡や電子・イオンビーム応用装置に用いる静電レンズおよびその製造方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】静電レンズは従来、電子顕微鏡などの電子銃レンズやイオンビーム装置の集束レンズとして用いられてきた。

【0003】従来の代表的な円筒型静電レンズとその光線図を図5に示す。

【0004】図5において、符号24は電子銃またはクロスオーバー位置を示し、電子ビームはこの電子銃またはクロスオーバー位置24からある開き角をもって出射される。第1電極25はアース30に接地され、中央の第2電極26はレンズ電界を形成する負電位の電源19に接続され、また第3電極27はアース30に接地されている。

【0005】図5に示すような構成の静電レンズは、一般にアインツェルレンズと呼ばれており、3枚の電極25、26、27から構成されている。このように静電レンズは円筒型あるいは円盤型などの電極25、26、27を複数枚組み合わせで作成される。電源19から第2電極26に電圧が印加されると、試料台29に電子ビームが結像する。この静電レンズの電位分布を図6に示す。図6に示すように、第2電極26に電位のピーク（ $-V_p$ ）が生じ、第1および第3電極25、27に向かって零電位に近づいていく。同一の位置に焦点を結ぶ場合、図6の電位分布の形が滑らかであるほどレンズ収差が小さくなる。

【0006】図7に他の静電レンズを示す。図7に示す静電レンズは軸上電位分布を非対称にし、収差低減が図られたもので、非対称アインツェルレンズと呼ばれるものである。図5と同じように第1電極31はアース電位に、中央第2電極32はレンズ電界を形成する負電位に、第3電極33はアース電位に維持されている。図7において各電極31、32、33は、絶縁のためにセラミックホルダ33、34に保持されている。

【0007】図5および図7に示す静電レンズにおいて、電子銃またはクロスオーバー位置24（図5）から出

射された電子ビームは、静電レンズを経て試料台29に結像するようになっている。

【0008】また、図7に示すように、静電レンズの各電極31、32、33はセラミックホルダ34（絶縁物）により保持固定されている。そして各電極31、32、33間の位置精度はセラミックホルダ34により保たれている。なお、図5に示す静電レンズにおいても、各電極25、26、27は、図示しないセラミックホルダにより保持固定されている。

**【0009】**

【発明が解決しようとする課題】上述のように、図5および図7に示す静電レンズにおいて、セラミックホルダにより複数枚（例えば3枚）の電極が保持固定されている。しかしながら、複数枚の電極をセラミックホルダにより保持固定する場合、電子ビームの中心軸に対して各々の電極を精度良く配置する作業は煩雑であり、組立てが容易でない。

【0010】また、図7に示す静電レンズの場合、セラミックホルダ内の帯電防止とレンズ収差減少を目的として各々の電極を複雑な形状としている。しかしながら、セラミックホルダ内の帯電防止のため各電極の形状を複雑化させると、これに合わせてセラミックホルダの形状も複雑化してしまい、製作が容易でなく全体形状が大型化してしまう。

【0011】本発明はこのような点を考慮してなされたものであり、レンズ精度を向上させることができるとともに、加工および組立てを容易に行なうことができる静電レンズおよびその製造方法を提供することを目的とする。

**【0012】**

【課題を解決するための手段】本発明は、絶縁性筒体の内面の所定位置に外部電源により電圧が印加される金属膜を被覆し、前記筒体内面の金属膜以外の部分に、接地された高抵抗膜を被覆したことを特徴とする静電レンズ、および絶縁性筒体の内面に高抵抗膜を塗布し、前記絶縁性筒体の所定位置に金属膜を塗布し、その後、前記金属膜と外部電源とを電氣的に接続するとともに、前記高抵抗膜を接地したことを特徴とする静電レンズの製造方法である。

**【0013】**

【作用】金属膜に外部電源から電位を印加させることにより、金属膜および高抵抗膜上に電位分布が生じ、これによって絶縁性筒体の中心軸上に滑らかな電位分布を生じさせることができる。

**【0014】**

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例について説明する。図1および図2は本発明の一実施例を示す図である。

【0015】図1において、静電レンズは円筒状の窒化アルミニウム製（A1N）絶縁性筒体11を備えてい

る。絶縁性筒体11の内面の所定位置、例えば軸方向の略中央部に電圧が印加されるアルミニウム製(A1)の金属膜13が円周方向に沿って帯状に被覆されている。また筒体11内面の金属膜13以外の部分全域、および筒体11の上面および下面に、炭化ケイ素製(SiC)の高抵抗膜12が被覆されている。SiC製の高抵抗膜12は導電性を制御するだけで抵抗率を容易に変化させることができる。

【0016】また、筒体11には内面から外面へ貫通する貫通孔18が、筒体11の軸方向と直交する方向に形成され、この貫通孔18内に設けられた電線17によって金属膜13は外部電源19と電気的に接続されている。この外部電源19は、金属膜13が負電位となるよう電圧を印加するものであり、アース15に接地されている。また絶縁性筒体11は金属製ホルダ14により固定保持され、この金属製ホルダ14はアース15に接地されている。なお、金属製ホルダ14は、筒体11に被覆された高抵抗膜12と接触している。

【0017】次に各部形状等について説明する。図1に示すように絶縁性筒体11は、その軸方向の長さLが例えば10mm程度となっており、このうち高抵抗膜12の長さは $L_1$ 、金属膜13の長さは $L_2$ となっている。また高抵抗膜12の厚さは500オングストローム、金属膜13の厚さは250オングストロームとなっている。SiC製高抵抗膜12の抵抗は約 $10_3 \sim 10_5 \Omega \cdot \text{cm}$ であるが、SiC製のものに限らず、例えばカーボン(C)製の高抵抗膜を用いても良い。なお、高抵抗膜12の抵抗は、例えば $10_3 \sim 10_5 \Omega \cdot \text{cm}$ となっている。

【0018】次に、このような静電レンズの製造方法について説明する。

【0019】まず、窒化アルミニウム製の絶縁性筒体11を準備する。この場合、筒体11には予め内面かつ外面へ貫通する貫通孔18が形成されている。次に筒体11の内面、上面および下面に炭化ケイ素製の高抵抗膜12がCVDにより被覆される。その後、筒状11内面の中央部に形成された高抵抗膜12が円周方向に沿って帯状にエッチングされる。次に、筒体11内面の高抵抗膜12のエッチング部分に、アルミニウム製の金属膜13がスパッタリング蒸着により被覆される。その後、筒体11が金属製ホルダ14によって固定保持され、筒体11内面の金属膜13と外部電源19との間が貫通孔18内に配設された電線17によって電気的に接続される。次に金属製ホルダ14および外部電源19を接地する。このようにして、図1に示す静電レンズが得られる。

【0020】次にこのような構成からなる本実施例の作用について説明する。

【0021】まず外部電源19から金属膜13に負電圧が印加されると、高抵抗膜12を介して金属膜13と金属製ホルダ14との間に電流が流れる。この場合、高抵

抗膜12は大きな抵抗値を有するので、高抵抗膜12に沿って電位分布が発生する。金属膜13および高抵抗膜12上の電位によって生じる中心軸X上の電位分布を図2に示す。

【0022】図2に示すように、金属膜13に対応する位置に電位ピーク( $-V_p$ )が生じ、上下方向に向って徐々に電位が減少し、零電位に近づく、上述のように、高抵抗膜12は大きな抵抗値を有するので、全体の電位分布の変化が滑らかになる。すなわち、従来の複数枚の電極からなる静電レンズの場合、図6に示すように中心軸上の電位分布は第2電極26近傍で大きく変化する。他方、本発明の場合(図2)、電位分布の変化を滑らかとすることができる。

【0023】本実施例によれば、中心軸上の電位分布を滑らかとすることができ、また高抵抗膜12の厚さ等の形状を変化させて電位分布の最適化を図ることにより、低収差の静電レンズを得ることができる。このため、電子銃またはクロスオーバー位置20から中心軸Xに対して所定開き角をもって出射される電子ビーム22を、精度良く試料台16に結像させることができる。

【0024】また、本実施例の静電レンズは、絶縁性筒体11に金属膜13および高抵抗膜12を被覆することにより得られるので、図5および図7に示す従来の静電レンズのように複数枚(3枚)の電極を設ける必要がない。また従来の静電レンズの場合、各電極をホルダにねじ止めまたは嵌め合いにより精度良く組立てる必要があり、このため形状が複雑化するとともに全体形状が大きくなることが考えられる。しかしながら、本実施例の静電レンズの場合、ねじ止めまたは嵌め合い等により組立てる必要がないので、全体形状とりわけレンズ径を小さくすることができる。さらに、絶縁性筒体11に対する複雑な加工が少なくなるので、形状精度の向上を図ることができる。また、高抵抗膜12を通して電流が流れるので、電子ビーム22が高抵抗膜12に照射した場合でも、高抵抗膜12における帯電の問題点を回避することができる。

【0025】なお、上記実施例において、絶縁性筒体11の内面の略中央部に単一の金属膜13を被覆した例を示したが、これに限らず絶縁性筒体11の長さを延ばして筒体11の長手方向に沿って複数の金属膜を被覆しても良い。また、複数の金属膜を、レンズまたは偏向器として機能させることにより、筒体11内にガンレンズまたは対物レンズ等の複数のレンズおよび偏向器を一体に組込んだ場合は、アライメント精度を向上させることができる。

【0026】さらに、絶縁性筒体11としてAlN製筒体を用いた例を示したが、これに限らず加工精度が良くかつ真空中で使用可能な他のマシナブルセラミック製筒体を用いても良い。



【0027】さらに、絶縁性筒体11の略中央部からずらした位置に金属膜13を形成して非対象電位分布を形成してもよい。この場合は、収差の低減を更に図ることができる。

【0028】また、絶縁性筒体11は円筒体のものに限らず、四角筒体または多角筒体のものであってもよい。

(具体例) 次に高抵抗膜12および金属膜13の軸方向の長さ $L_1$ と球面収差係数との関係を具体例により説明する。図5に示す一般的な静電レンズと等価構造である本提案レンズ(図8に示す)を用いて、レンズ収差をシミュレーションにより求めた。また、電子ビーム出射点か

ら結像点までの距離は36mmに固定して比較した。

【0029】このシミュレーションにおいて、高抵抗膜12の軸方向の長さ $L_1$ 、金属膜13の軸方向の長さ $L_2$ とするとともに、金属膜13の長さ $L_2$ を2mmに固定し、高抵抗膜12の軸方向の長さ $L_1$ を1, 2, 5mmに変化させた。

【0030】同一集束距離で比較し、また高抵抗膜12の長さ $L_1=1$ mmでかつ金属膜13の長さ $L_2=2$ mmの場合のレンズ収差を1とし、これに対する比により高抵抗膜12の長さ $L_1$ を変化させた場合のレンズ収差を求めた。この結果を下表に示す。

表			
$L_1 / L_2$	0.5	1	2.5
Cso	1	0.88	0.54

ここでCsoは物面側の球面収差係数であって、レンズの性能に影響を及ぼすものである。Csoが小さいほどレンズは良好となる。

【0031】上表に示すように、前述の条件においては $L_1 / L_2$ が大きいほどCsoが小さくなり、レンズ性能が良好となることがわかる。

【0032】本発明では、Csoを小さくしてレンズの性能向上を図るため、 $L_1 / L_2 \geq 1$ 、すなわち高抵抗膜の長さ $L_1$ ／金属膜の長さ $L_2 \geq 1$ とした。

【0033】次に本発明の他の実施例を図3および図4により説明する。

【0034】本実施例は、高抵抗膜12および金属膜13の配置が異なる点を除いて、他は図1および図2に示す実施例と略同様である。このため、図3および図4において図1および図2と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0035】図3および図4において、絶縁性筒体11の内面全域に高抵抗膜12が被覆されている。また絶縁性筒体11の略中央部には、高抵抗膜12上に金属膜13が被覆されている。

【0036】金属膜13は絶縁性筒体11の内側に、円周方向に所定間隔をおいて(90°ずつ離れて)4つ配設され、各金属膜13は絶縁性筒体11に形式された貫通孔18内の電線17を介して外部電源19に接続されている。各外部電源19は、金属膜13に負電位を印加するようになっており、また各外部電源19はアース15に接地されている。

【0037】本実施例によれば、各外部電源19から対応する金属膜13に鋸歯状波電圧を印加することにより、ビーム操作を行なうことができる。この場合、4つの金属膜13はビームスキャン用電極として機能する。

【0038】なお、上記実施例において、4つの金属膜13をビームスキャン用電極として用いたビーム走査について述べているが、4つの金属膜13を内重極レンズ

用の電極として用いることもできる。また、4つの金属膜13に限らず、8つの金属膜13を円周方向に設けて非点補正器、多重極レンズ、または偏向器として機能させても良い。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、絶縁性筒体の中心軸上に滑らかな電位分布を生じさせることができる。このため低収差の静電レンズが得られる。また従来の静電レンズのように、複数の電極をホルダにより機械的に組立てる必要がないので、レンズ径および全体の形状を小さくすることができる。また組立て作業の複雑さを回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による静電レンズの一実施例を示す側断面図。

【図2】本発明による静電レンズの中心軸上の電位分布を示す図。

【図3】本発明による静電レンズの他の実施例を示す側断面図。

【図4】図3に示す静電レンズのIV-IV線断面図。

【図5】従来の静電レンズを示す概略側断面図。

【図6】図5に示す静電レンズの中心軸上の電位分布を示す図。

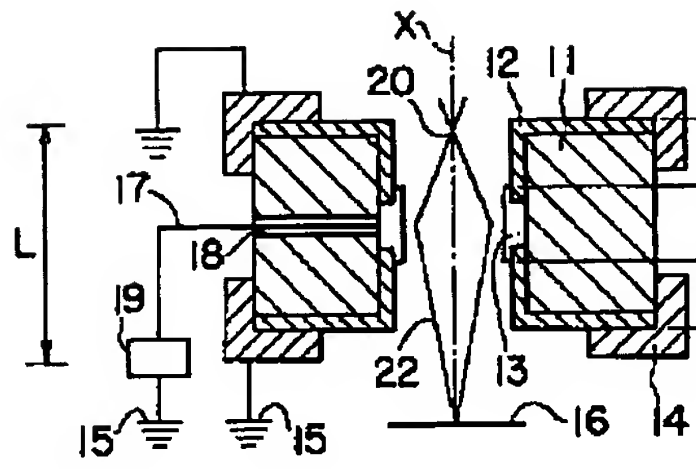
【図7】従来の他の静電レンズを示す概略側断面図。

【図8】本発明の具体例を示す図。

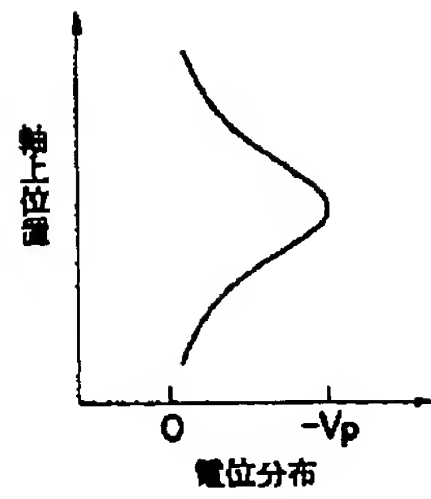
【符号の説明】

- 11 絶縁性筒体
- 12 高抵抗膜
- 13 金属膜
- 14 金属製ホルダ
- 15 アース
- 19 外部電源
- 20 電子ビーム

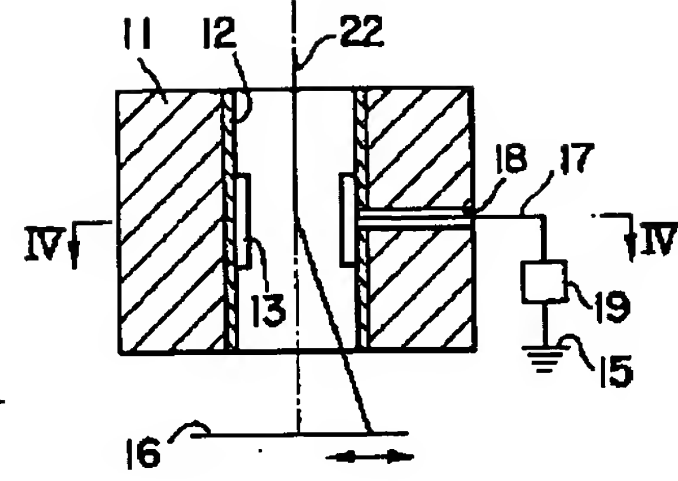
【図1】



【図2】



【図3】

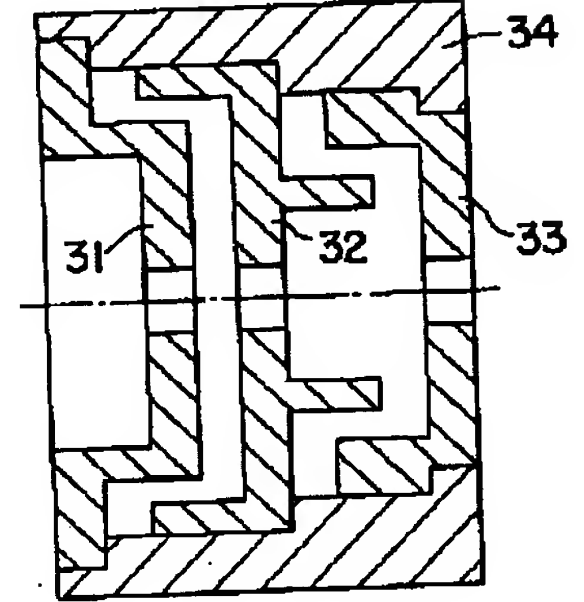
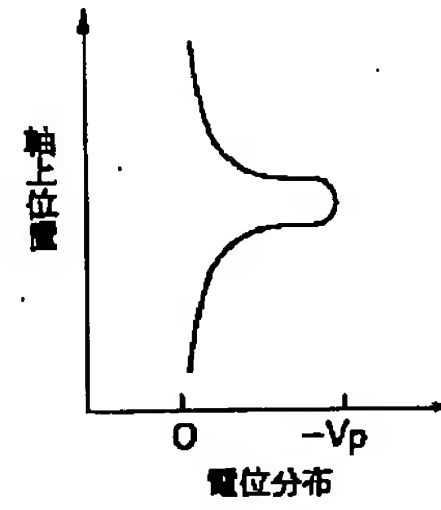
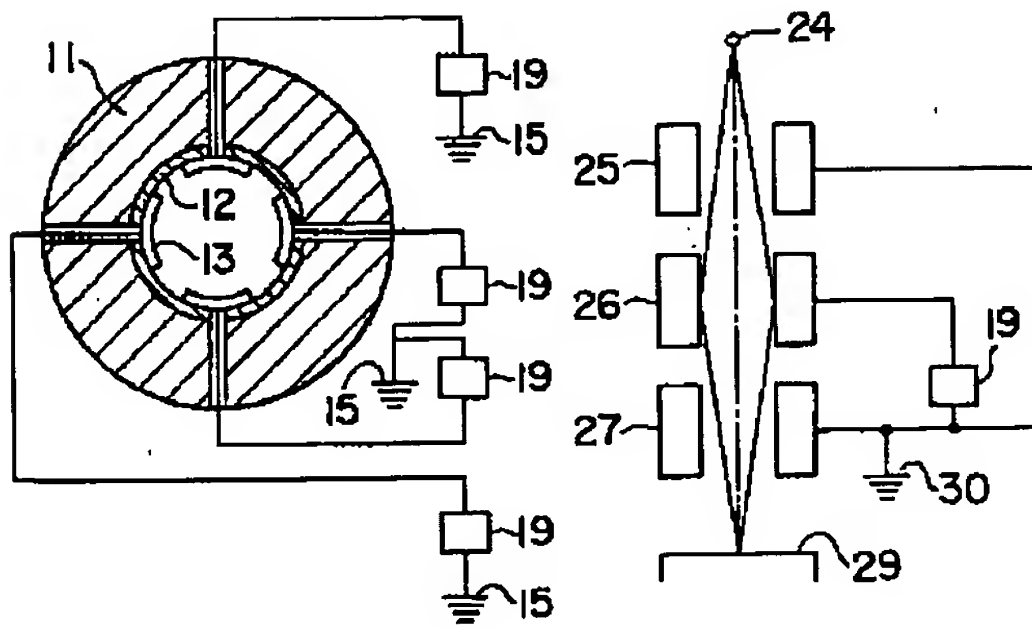


【図4】

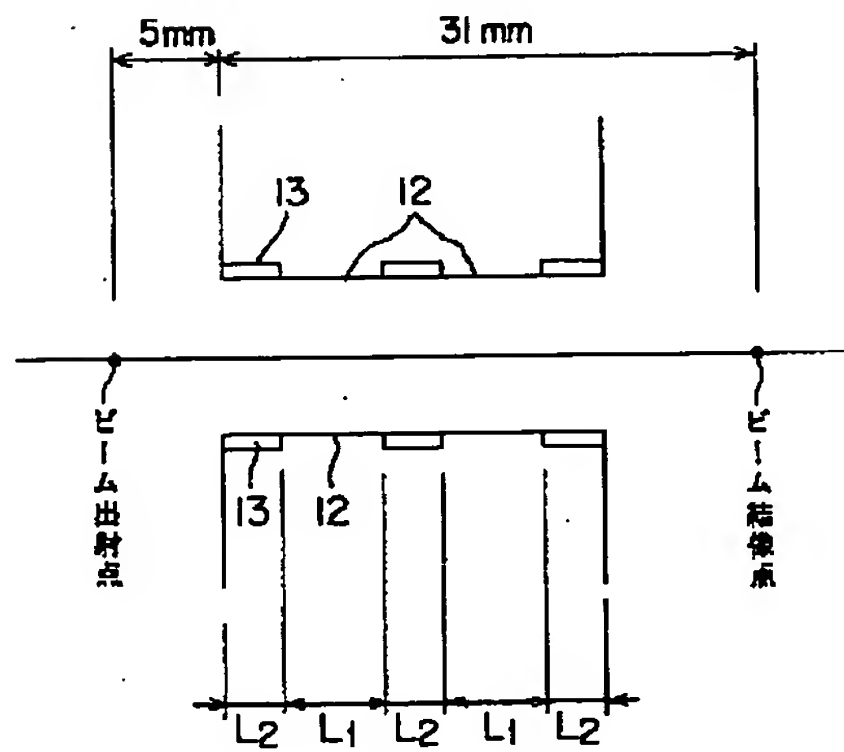
【図5】

【図6】

【図7】



【図8】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第1区分

【発行日】平成11年(1999)4月23日

【公開番号】特開平6-187901

【公開日】平成6年(1994)7月8日

【年通号数】公開特許公報6-1880

【出願番号】特願平4-337408

【国際特許分類第6版】

H01J 1/46

9/14

37/12

【FI】

H01J 1/46

9/14

A

37/12

【手続補正書】

【提出日】平成9年9月16日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁性筒体と、

この絶縁性筒体内面の所定位置に被覆された金属膜と、  
絶縁性筒体内面の前記金属膜以外の部分に被覆された高抵抗膜とを備え、  
前記金属膜には外部電源により電圧が印加されるとともに、前記高抵抗膜は接地されていることを特徴とする静電レンズ。

【請求項2】金属膜は絶縁性筒体内面に、周方向に沿って帯状に被覆されていることを特徴とする請求項1記載の静電レンズ。

【請求項3】高抵抗膜の軸線方向長さと、高抵抗膜に隣接する金属膜の軸線方向長さの比は、1以上であることを特徴とする請求項2記載の静電レンズ。

【請求項4】高抵抗膜の軸線方向長さと、高抵抗膜に隣接する金属膜の軸線方向長さの比は、2.5程度であることを特徴とする請求項3記載の静電レンズ。

【請求項5】金属膜は周方向に沿って、連続的に被覆されていることを特徴とする請求項2記載の静電レンズ。

【請求項6】金属膜は周方向に沿って、断続的に被覆されていることを特徴とする請求項2記載の静電レンズ。

【請求項7】金属膜は周方向に沿って4ヶ所に被覆され、互いに90°離れて配置されていることを特徴とする請求項6記載の静電レンズ。

【請求項8】金属膜は筒体の軸線方向に沿う複数位置において、周方向に沿って帯状に被覆されていることを特徴とする請求項2記載の静電レンズ。

【請求項9】高抵抗膜の抵抗値は、約 $10^3 \sim 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ であることを特徴とする請求項1記載の静電レンズ。

【請求項10】高抵抗膜の厚さは500オングストロームであり、金属膜の厚さは250オングストロームであることを特徴とする請求項1記載の静電レンズ。

【請求項11】絶縁性筒体の内面に高抵抗膜を塗布する工程と、

前記絶縁性筒体の所定位置に金属膜を塗布する工程と、

前記金属膜と外部電源とを電氣的に接続する工程と、

前記高抵抗膜を接地する工程と、

を備えたことを特徴とする静電レンズの製造方法。